(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2015 002 186 T5** 2017.01.19

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/172000**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 002 186.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2015/029852**
(86) PCT-Anmeldetag: **08.05.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.11.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **19.01.2017**

(51) Int Cl.: ***B01J 23/40*** (2006.01)
B01J 37/03 (2006.01)
B01J 23/42 (2006.01)
B01J 23/44 (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)
B01J 29/072 (2006.01)
B01J 35/04 (2006.01)
B01J 35/10 (2006.01)
B01J 37/02 (2006.01)
F01N 3/00 (2006.01)
B01J 29/72 (2006.01)
B01J 29/76 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
61/990,963 **09.05.2014** **US**

(71) Anmelder:
JOHNSON MATTHEY PUBLIC LIMITED COMPANY, London, GB

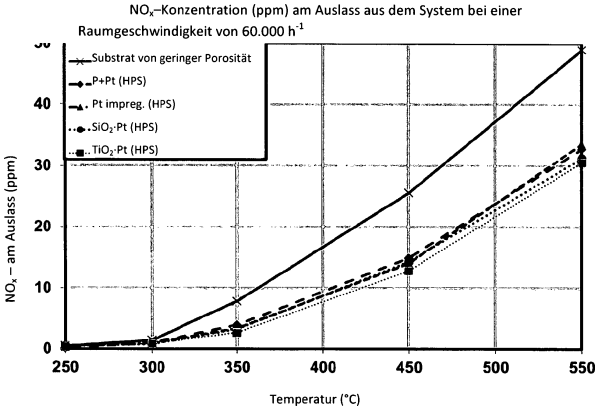
(74) Vertreter:
Dr. Schön, Neymeyr & Partner mbB, 80336 München, DE

(72) Erfinder:
Fedeyko, Joseph Michael, Glen Mills, Pa., US; Chen, Hai-Ying, Chonshohocken, Pa., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ammoniak-Sperrkatalysator mit auf hochporösen Substraten imprägniertem Platin**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben werden katalytische Artikel, die ein eine hohe Porosität aufweisendes Substrat, das Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon in den Wänden des eine hohe Porosität aufweisenden Substrats enthält, und eine SCR-Katalysatorbeschichtung auf einer Wand des eine hohe Porosität aufweisenden Substrats umfassen. Das Platin, das Palladium oder das Gemisch hiervon kann in der Wand des eine hohe Porosität aufweisenden Trägers in Form eines Metalls oder in Form von geträgertem Platin, geträgertem Palladium oder einem Gemisch hiervon vorhanden sein. Die katalytischen Artikel eignen sich für die selektive katalytische Reduktion (SCR) von NO_X in Abgasen und zum Verringern der Menge des Ammoniakschlupfs. Verfahren zur Herstellung solcher Artikel sind beschrieben. Verfahren zur Verwendung der katalytischen Artikel in einem SCR-Verfahren, worin die Menge des Ammoniakschlupfs verringert ist, sind ebenfalls beschrieben.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Artikel, die Ammoniak-Sperrkatalysatoren (ASC) umfassen, und Verfahren zur Herstellung und Verwendung solcher Artikel zur Verringerung des Ammoniakschlupfs.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen in Dieselmotoren, stationären Gasturbinen und anderen Systemen erzeugt Abgas, das zur Entfernung von NO (Stickstoffmonoxid) und NO_2 (Stickstoffdioxid) umfassenden Stickstoffoxiden (NO_X), wobei NO den Hauptteil des gebildeten NO_X ausmacht, behandelt werden muss. Es ist bekannt, dass NO_X eine Reihe von Gesundheitsproblemen bei Menschen verursacht und des Weiteren eine Reihe von schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt hervorruft, einschließlich der Bildung von Smog und saurem Regen. Zur Milderung der Auswirkungen von NO_X im Abgas sowohl auf Menschen als auch auf die Umwelt ist es wünschenswert, diese unerwünschten Komponenten vorzugsweise durch ein Verfahren, das keine weiteren schädlichen oder toxischen Substanzen erzeugt, zu entfernen.

[0003] Abgas, das in Magergemischmotoren und Dieselmotoren erzeugt wird, ist allgemein oxidativ. NO_X muss selektiv reduziert werden mit einem Katalysator und einem Reduktionsmittel in einem als selektive katalytische Reduktion (SCR) bekannten Verfahren, das NO_X zu elementarem Stickstoff (N_2) und Wasser umwandelt. Bei einem SCR-Verfahren wird ein gasförmiges Reduktionsmittel, typischerweise wasserfreies Ammoniak, wässriges Ammoniak oder Harnstoff zu einem Abgasstrom zugegeben, bevor das Abgas mit dem Katalysator in Kontakt gelangt. Das Reduktionsmittel wird auf dem Katalysator absorbiert und das NO_X wird reduziert, während die Gase durch oder über das katalysierte Substrat strömen. Zur Maximierung der Umwandlung von NO_X ist es häufig erforderlich, mehr als eine stöchiometrische Menge an Ammoniak zu dem Gasstrom zuzugeben. Die Freisetzung des überschüssigen Ammoniaks in die Atmosphäre wäre jedoch für die Gesundheit der Menschen und für die Umwelt schädlich. Darüber hinaus ist Ammoniak basisch, insbesondere in seiner wässrigen Form. Eine Kondensation von Ammoniak und Wasser in Bereichen der Abgasleitung stromab der Abgaskatalysatoren kann zu einem korrosiven Gemisch führen, das das Abgassystem beschädigen kann. Daher sollte die Freisetzung von Ammoniak im Abgas verhindert werden. Bei zahlreichen herkömmlichen Abgassystemen ist ein Ammoniak-Oxidationskatalysator (auch bekannt als Ammoniak-Sperrkatalysator bzw. Ammoniak-Slip-Katalysator oder ”ASC”) stromab des SCR-Katalysators eingebaut, um Ammoniak aus dem Abgas durch seine Umwandlung zu Stickstoff zu entfernen. Die Verwendung von Ammoniak-Sperrkatalysatoren kann NO_X-Umwandlungen von mehr als 90% über einen typischen Dieselfahrzyklus hinweg ermöglichen.

[0004] Es wäre wünschenswert, über einen Katalysatorartikel zu verfügen, der sowohl für eine Entfernung von NO_X mittels SCR als auch für eine selektive Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff sorgt, wobei die Ammoniakumwandlung über einen breiten Temperaturbereich in einem Fahrzyklus von Fahrzeugen erfolgt und minimale Stickstoffoxid-Nebenprodukte gebildet werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] In einem Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung einen katalytischen Artikel zum Behandeln eines ein oder mehrere Stickstoffoxide enthaltenden Gases und zur Verringerung der Menge des Ammoniakschlupfs. Ein Katalysatorartikel umfasst: (a) ein eine hohe Porosität aufweisendes bzw. hochporöses Substrat, das Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon in der Wand des hochporösen Substrats umfasst, und (b) eine SCR-Katalysatorbeschichtung auf einer Wand des hochporösen Substrats, wobei das Platin, das Palladium oder das Gemisch hiervon in der Wand des hochporösen Trägers in Form eines Metalls oder in Form von geträgertem Platin, geträgertem Palladium oder einem Gemisch hiervon vorhanden ist.

[0006] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung Verfahren zur Herstellung eines katalytischen Artikels, der für eine selektive katalytische Reduktion von Stickstoffoxiden und zur Verringerung der Menge des Ammoniakschlupfs unter Verwendung der Verfahren geeignet ist.

[0007] In einem noch weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum selektiven Reduzieren von Stickstoffoxiden in einem Stickstoffoxide umfassenden gasförmigen Gemisch in Gegenwart eines Reduktionsmittels und auch zum Verringern des Ammoniakschlupfs durch Verwendung eines hier beschriebenen katalytischen Artikels.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] Fig. 1 ist eine graphische Darstellung, die die prozentuale Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff unter Verwendung der Artikel der Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1} zeigt.

[0009] Fig. 2 ist eine graphische Darstellung, die die N_2-Selektivität unter Verwendung der Artikel der Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1} zeigt.

[0010] Fig. 3 ist eine graphische Darstellung, die die prozentuale Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff unter Verwendung der Artikel der Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1} zeigt.

[0011] Fig. 4 ist eine graphische Darstellung, die die N_2-Selektivität unter Verwendung der Artikel der Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1} zeigt.

[0012] Fig. 5 ist eine graphische Darstellung, die die N_2O-Konzentration (ppm) am Auslass aus dem Testsystem bei Verwendung der Artikel der Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1} zeigt.

[0013] Fig. 6 ist eine graphische Darstellung, die die N_2O-Konzentration (ppm) am Auslass aus dem Testsystem bei Verwendung der Artikel der Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1} zeigt.

[0014] Fig. 7 ist eine graphische Darstellung, die die NO_x-Konzentration (ppm) am Auslass aus dem Testsystem bei Verwendung der Artikel der Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1} zeigt.

[0015] Fig. 8 ist eine graphische Darstellung, die die NO_x-Konzentration (ppm) am Auslass aus dem Testsystem bei Verwendung der Artikel der Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1} zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0016] Wie in der vorliegenden Beschreibung und in den beigefügten Patentansprüchen verwendet, umfassen die Singularformen ”ein”, ”eine”, ”einer” und ”der” ”die”, ”das” die entsprechenden Mehrzahlformen, wenn der Zusammenhang nicht klar etwas anderes anzeigt. Somit umfasst beispielsweise eine Bezugnahme auf ”einen Katalysator” ein Gemisch von zwei oder mehr Katalysatoren und dergleichen.

[0017] Wie hier verwendet, bedeutet der Begriff ”Ammoniakschlupf” die Menge an nicht umgesetztem Ammoniak, die durch den SCR-Katalysator hindurchtritt.

[0018] Der Begriff ”calcinieren” oder ”Calcinierung”, wie hier verwendet, bedeutet ein Erhitzen des Materials in Luft oder Sauerstoff. Diese Definition stimmt mit der IUPAC-Definition einer Calcinierung überein (IUPA, Compendium of Chemical Terminology, 2. Ausgabe (”Gold Book”), erstellt von A. D. McNaught und A. Wilkinson, Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997), korrigierte XML-Onlineversion: http://goldbook.iupac.org (2006-), erzeugt von M. Nic, J. Jirat, B. Kosata; die Updates wurden erzeugt von A. Jenkins. ISBN 0-9678550-9-8, doi:10.1351/goldbook). Die Calcinierung wird durchgeführt, um ein Metallsalz zu zersetzen und den Austausch von Metallionen in dem Katalysator zu fördern und auch um den Katalysator an ein Substrat anzuheften. Die bei der Calcinierung verwendeten Temperaturen hängen von den Komponenten in dem zu calcinierenden Material ab und liegen im Allgemeinen zwischen etwa 400°C bis etwa 900°C während etwa 1 bis 8 Stunden. In einigen Fällen kann eine Calcinierung bis zu einer Temperatur von etwa 1200°C durchgeführt werden. Bei Anwendungen, die die hier beschriebenen Verfahren einbeziehen, werden die Calcinierungen im Allgemeinen bei Temperaturen von etwa 400°C bis etwa 700°C während etwa 1 bis 8 Stunden, vorzugsweise bei Temperaturen von etwa 400°C bis etwa 650 °C während etwa 1 bis 4 Stunden durchgeführt.

[0019] Der Begriff ”etwa”, wie hier verwendet, bedeutet näherungsweise und bezieht sich auf einen Bereich, der optional ±25%, vorzugsweise ±10%, stärker bevorzugt ±5% oder am stärksten bevorzugt ±1% des Wertes ist, mit dem der Begriff verbunden ist.

[0020] Wenn ein Bereich oder Bereiche für verschiedene numerische Elemente bereitgestellt wird bzw. werden, kann der Bereich bzw. können die Bereiche die Werte umfassen, wenn nicht anders angegeben.

[0021] Der Begriff ”N_2-Selektivität”, wie hier verwendet, bedeutet die prozentuale Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff.

[0022] In einem Aspekt umfasst ein Katalysatorartikel: (a) ein hochporöses bzw. eine hohe Porosität aufweisendes Substrat, das Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon in der Wand des hochporösen Substrats umfasst, und (b) eine SCR-Katalysatorbeschichtung auf einer Wand des hochporösen Substrats, wobei das Platin, das Palladium oder das Gemisch hiervon in der Wand des hochporösen Trägers in Form eines Metalls oder in Form von geträgertem Platin, geträgertem Palladium oder einem Gemisch hiervon vorhanden ist. Das Platin, das Palladium oder das Gemisch hiervon oder das geträgerte Platin, das geträgerte Palladium oder ein Gemisch hiervon können auch in Form einer Beschichtung auf der Wand des hochporösen Trägers vorhanden sein.

[0023] Eine hohe Porosität aufweisendes Substrat bzw. hochporöses Subtrat Das Substrat für den Katalysator kann ein beliebiges Material sein, das typischerweise zur Herstellung von Automobilkatalysatoren verwendet wird, das eine keramische Wabenstruktur oder einen extrudierten Träger umfasst. Der Begriff „eine hohe Porosität aufweisendes Substrat" bzw. „hochporöses Subtrat" bezieht sich auf ein Substrat, das eine Porosität zwischen etwa 40% und etwa 80% aufweist. Das hochporöse Substrat kann eine Porosität von vorzugsweise mindestens etwa 45%, stärker bevorzugt von mindestens etwa 50% aufweisen. Das hochporöse Substrat kann eine Porosität von vorzugsweise weniger als etwa 75%, stärker bevorzugt von weniger als etwa 70% aufweisen. Der Begriff Porosität, wie hier verwendet, bezieht sich auf die Gesamtporosität, vorzugsweise gemäß Messung mittels Quecksilberporosimetrie.

[0024] Ein beliebiges geeignetes Substrat, wie beispielsweise ein monolithisches Durchflusssubstrat, kann verwendet werden. Vorzugsweise weist das Substrat eine Vielzahl von feinen, parallelen Gasströmungsdurchgängen auf, die sich von einer Einlass- zu einer Auslassfläche des Substrats erstrecken, so dass Durchgänge für die Strömung des Fluidums offen sind. Solche monolithischen Träger können bis zu etwa 700 oder mehr Strömungsdurchgänge (oder "Zellen") pro Quadratzoll des Querschnitts enthalten, obwohl weit weniger verwendet werden können. Beispielsweise kann der Träger etwa 7 bis 600, stärker üblich etwa 100 bis 400 Zellen pro Quadratzoll ("cpsi") aufweisen. Die Durchgänge, die im Wesentlichen gerade Wege von ihrem Fluidumeinlass zu ihrem Fluidumauslass sind, sind durch Wände definiert, auf die der SCR-Katalysator in Form eines "Washcoats" aufgetragen ist, so dass die durch die Durchgänge strömenden Gase mit dem katalytischen Material in Kontakt gelangen. Die Strömungsdurchgänge des monolithischen Substrats sind dünnwandige Kanäle, die eine beliebige geeignete Querschnittsform, wie trapezförmig, rechteckig, quadratisch, dreieckig, sinusförmig, sechseckig, oval, rund usw., aufweisen können. Die Erfindung ist nicht auf einen speziellen Substrattyp, ein spezielles Material oder eine spezielle Geometrie eines Substrats beschränkt.

[0025] Keramische Substrate können aus einem beliebigen geeigneten hitzebeständigen Material, wie Cordierit, Cordierit-α-Aluminiumoxid, α-Aluminiumoxid, Siliciumcarbid, Siliciumnitrid, Zirconiumoxid, Mullit, Spodumen, Aluminiumoxid-Siliciumdioxid Magnesiumoxid, Zirconiumsilicat, Sillimanit, Magnesiumsilicaten, Zircon, Petalit, Alumosilicaten und Gemischen hiervon hergestellt sein.

[0026] Wandstromsubstrate können ferner aus keramischen Faserverbundmaterialien gebildet sein, wie solchen, die aus Cordierit und Siliciumcarbid gebildet sind. Solche Materialien sind in der Lage, den Umgebungsbedingungen, insbesondere den hohen Temperaturen zu widerstehen, die bei der Behandlung der Abgasströme angetroffen werden.

[0027] Das hochporöse Substrat umfasst Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon in der Wand des hochporösen Substrats, wobei das Platin, das Palladium oder das Gemisch hiervon in der Wand des hochporösen Trägers in Form eines Metalls oder in Form von geträgertem Platin, geträgertem Palladium oder einem Gemisch hiervon vorhanden ist. Das Platin, das Palladium oder das Gemisch hiervon oder das geträgerte Platin, das geträgerte Palladium oder ein Gemisch hiervon können auch in Form einer Beschichtung auf der Wand des hochporösen Trägers vorhanden sein. Der Artikel kann von etwa 0,1 Gew.-% bis etwa 1 Gew.-% Platin oder etwa 0,1 Gew.-% bis etwa 2 Gew.-% Palladium umfassen. Die Menge des Platins in dem Artikel kann von etwa 0,1 Gew.-%, von etwa 0,2 Gew.-%, von etwa 0,3 Gew.-% oder von etwa 0,4 Gew.-% betragen. Die Menge des Platins in dem Artikel kann als Maximalwert etwa 1 Gew.-%, etwa 0,9 Gew.-%, etwa 0,8 Gew.-%, etwa 0, 7 Gew.-%, etwa 0,6 Gew.-% oder etwa 0,5 Gew.-% betragen. Die Menge des Palladiums in dem Artikel kann von etwa 0,1 Gew.-%, von etwa 0,2 Gew.-%, von etwa 0,3 Gew.-%, von etwa 0,4 Gew.-%, von etwa 0,5, von etwa 0,6 Gew.-%, von etwa 0,7 Gew.-%, von etwa 0,8 Gew.-%, von etwa 0,9 Gew.-% oder von etwa 1,0 Gew.-% betragen. Die Menge des Palladiums in dem Artikel kann als Maximalwert etwa 2 Gew.-%, etwa 1,8 Gew.-%, etwa 1,6 Gew.-%, etwa 1,4 Gew.-%, etwa 1,2 Gew.-%, etwa 1,0 Gew.-% oder etwa 0,8 Gew.-% betragen. Wenn sowohl Platin als auch Palladium verwendet werden, können die Mengen eines jeden der Metalle gegenüber den Mengen, die bei Verwendung lediglich eines dieser Metalle verwendet werden, verringert sein.

Die Mengen, in denen jedes dieser Metalle verwendet werden kann, hängen von einer Reihe von Faktoren, einschließlich der Menge des Ammoniakschlupfs und den Betriebstemperaturen des Katalysators, ab.

SCR-Katalysator

[0028] Der SCR-Katalysator kann ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon sein. Das unedle Metall kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Vanadium (V), Molybdän (Mo) und Wolfram (W), Chrom (Cr), Cer (Ce), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Cobalt (Co), Nickel (Ni), und Kupfer (Cu) und Gemischen hiervon besteht. SCR-Zusammensetzungen, die aus Vanadium, das auf ein feuerfestes Metalloxid, wie beispielsweise Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Zirconiumoxid, Titanoxid, Ceroxid und Kombinationen hiervon geträgert ist, bestehen, sind wohlbekannt und werden weithin kommerziell in mobilen Anwendungen verwendet. Typische Zusammensetzungen sind in der US 4,010,238 und 4,085,193 beschrieben, deren gesamter Inhalt durch Bezugnahme hier aufgenommen ist. Kommerziell verwendete Zusammensetzungen, speziell in mobilen Anwendungen, umfassen TiO_2, auf das WO_3 und V_2O_5 in Konzentrationen in einem Bereich von 5 bis 20 Gew.-% bzw. 0,5 bis 6 Gew.-% dispergiert bzw. verteilt wurden. Diese Katalysatoren können weitere anorganische Materialien, wie SiO_2 und ZrO_2 enthalten, die als Bindemittel und Promotoren wirken.

[0029] Wenn der SCR-Katalysator ein unedles Metall ist, kann der Katalysatorartikel des Weiteren mindestens einen unedlen Metall-Promotor bzw. Promotor eines unedlen Metalls umfassen. Wie hier verwendet, ist ein ”Promotor” so zu verstehen, dass der Begriff eine Substanz bedeutet, die bei Hinzufügen zu einem Katalysator die Aktivität des Katalysators erhöht. Der unedle Metall-Promotor bzw. Promotor des unedlen Metalls kann in Form eines Metalls, eines Oxids des Metalls oder eines Gemisches hiervon vorliegen. Der mindestens eine unedle Metall-Katalysatorpromotor bzw. Katalysatorpromotor des unedlen Metalls kann aus Neodym (Nd), Barium (Ba), Cer (Ce), Lanthan (La), Praseodym (Pr), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Mangan (Mn), Zink (Zn), Niob (Nb), Zirconium (Zr), Molybdän (Mo), Zinn (Sn), Tantal (Ta), Strontium (Sr) und Oxiden hiervon ausgewählt sein. Der mindestens eine Katalysatorpromotor des unedlen Metalls kann vorzugsweise MnO_2, Mn_2O_3, Fe_2O_3, SnO_2, CuO, CoO, CeO_2 und Gemische hiervon sein. Der mindestens eine Katalysatorpromotor des unedlen Metalls kann zu dem Katalysator in Form eines Salzes in einer wässrigen Lösung, wie als ein Nitrat oder ein Acetat, zugegeben werden. Der mindestens eine Katalysatorpromotor eines unedlen Metalls und der mindestens eine ein unedles Metall umfassende Katalysator, z. B. Kupfer, können aus einer wässrigen Lösung auf das bzw. die Oxidträgermaterial(ien) imprägniert werden, können zu einem das bzw. die Oxidträgermaterial (ien) umfassenden Washcoat zugegeben werden oder können in einen Träger, der zuvor mit dem Washcoat beschichtet wurde, imprägniert werden.

[0030] Der SCR-Katalysator kann ein Molekularsieb oder ein metallausgetauschtes Molekularsieb umfassen. Wie hier verwendet, soll der Begriff ”Molekularsieb” ein kleine Poren einer präzisen und gleichförmigen Größe enthaltendes metastabiles Material bedeuten, das als ein Adsorptionsmittel für Gase oder Flüssigkeiten verwendet werden kann. Die Moleküle, die klein genug sind, um durch die Poren hindurchzutreten, werden adsorbiert, wohingegen die größeren Moleküle nicht adsorbiert werden. Das Molekularsieb kann ein zeolithisches Molekularsieb, ein nicht-zeolithisches Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon sein.

[0031] Ein zeolithisches Molekularsieb ist ein mikroporöses Alumosilicat, das eine beliebige der Gerüststrukturen aufweist, die in der von der Internationalen Zeolithvereinigung (IZA) veröffentlichten Datenbank von Zeolithstrukturen aufgelistet sind. Die Gerüststrukturen umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, diejenigen der CHA-, FAU-, BEA-, MFI-, MOR-Typen. Nicht einschränkende Beispiele für Zeolithe mit diesen Strukturen umfassen Chabasit, Faujasit, Zeolith Y, ultrastabilen Zeolith Y, Beta-Zeolith, Mordenit, Silicalit, Zeolith X und ZSM-5. Alumosilicatzeolithe können ein Siliciumdioxid/Aluminiumoxid-Molverhältnis (SAR) (definiert als SiO_2/Al_2O_3) von mindestens etwa 5, vorzugsweise mindestens etwa 20, mit geeigneten Bereichen von etwa 10 bis 200, aufweisen.

[0032] Wie hier verwendet, bezieht sich der Begriff „nicht-zeolithtisches Molekularsieb” auf gemeinsame Ecken aufweisende tetraedrische Gerüste, worin mindestens ein Teil der Tetraederstellen von einem von Silicium oder Aluminium verschiedenen Element besetzt sind. Spezielle, nicht einschränkende Beispiele für nichtzeolithtische Molekularsiebe umfassen Silicoaluminiumphosphate, wie SAPO-34, SAPO-37 und SAPO-44.

[0033] Der SCR-Katalysator kann ein kleinporiges, ein mittelporiges oder ein großporiges Molekularsieb oder Kombinationen hiervon umfassen.

[0034] Der SCR-Katalysatoren kann ein kleinporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Alumosilicat-Molekularsieben, metallsubstituierten Alumosilicat-Molekularsieben, Aluminophosphat(AlPO)-Molekularsieben, metallsubstituierten Aluminophosphat(MeAlPO)-Molekularsieben, Silicoaluminophosphat(SAPO)-Molekularsieben und metallsubstituierten Silicoaluminophosphat(MeAPSO)-Molekularsieben und Gemischen hiervon besteht. Der SCR-Katalysator kann ein kleinporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe der Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAV, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG und ZON sowie Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht. Vorzugsweise ist das kleinporige Molekularsieb aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt, die aus CHA, LEV, AEI, AFX, ERI, SFW, KFI, DDR und ITE besteht.

[0035] Der SCR-Katalysator kann ein mittelporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe der Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus AEL, AFO, AHT, BOF, BOZ, CGF, CGS, CHI, DAC, EUO, FER, HEU, IMF, ITH, ITR, JRY, JSR, JST, LAU, LOV, MEL, MFI, MFS, MRE, MTT, MVY, MWW, NAB, NAT, NES, OBW, PAR, PCR, PON, PUN, RRO, RSN, SFF, SFG, STF, STI, STT, STW, SVR, SZR, PER, TON, TUN, UOS, VSV, WEI und WEN sowie Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht. Vorzugsweise ist das mittelporige Molekularsieb aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt, die aus MFI, FER und STT besteht.

[0036] Der SCR-Katalysatoren kann ein großporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus AFI, AFR, AFS, AFY, ASV, ATO, ATS, BEA, BEC, BOG, BPH, BSV, CAN, CON, CZP, DFO, EMT, EON, EZT, FAU, GME, GON, IFR, ISV, ITG, IWR, IWS, IWV, IWW, JSR, LTF, LTL, MAZ, MEI, MOR, MOZ, MSE, MTW, NPO, OFF, OKO, OSI, RON, RWY, SAF, SAO, SBE, SBS, SBT, SEW, SFE, SFO, SFS, SFV, SOF, SOS, STO, SSF, SSY, USI, UWY und VET und Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht. Vorzugsweise ist das großporige Molekularsieb aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt, die aus MOR, OFF und BEA besteht.

[0037] Ein metallausgetauschtes Molekularsieb kann mindestens ein Metall aus einer der Gruppen VB, VIB, VIIB, VIIIB, IB oder IIB des Periodensystems aufweisen, das auf Extra-Gerüst-Stellen auf der äußeren Oberfläche oder in den Kanälen, Hohlräumen oder Käfigen der Molekularsiebe deponiert ist. Die Metalle können in einer von mehreren Formen vorliegen, einschließlich, ohne darauf beschränkt zu sein, als nullwertige Metallatome oder Cluster, isolierte Kationen, mononukleare oder polynukleare Oxykationen oder als erweiterte (extended) Metalloxide. Vorzugsweise können die Metalle Eisen, Kupfer und Gemische oder Kombinationen hiervon sein.

[0038] Das Metall kann mit dem Zeolith unter Verwendung eines Gemischs oder einer Lösung des Metallvorläufers in einem geeigneten Lösemittel kombiniert werden. Der Begriff ”Metallvorläufer” bedeutet eine beliebige Verbindung oder einen beliebigen Komplex, die bzw. der auf dem Zeolith zum Erhalten einer katalytisch aktiven Metallkomponente verteilt bzw. dispergiert werden kann. Vorzugsweise ist das Lösemittel Wasser aufgrund sowohl ökonomischer als auch umweltbedingter Aspekte bei der Verwendung anderer Lösemittel. Wenn Kupfer, ein bevorzugtes Metall, verwendet wird, umfassen geeignete Komplexe oder Verbindungen, ohne darauf beschränkt zu sein, wasserfreies und hydratisiertes Kupfersulfat, Kupfernitrat, Kupferacetat, Kupferacetylacetonat, Kupferoxid, Kupferhydroxid und Salze von Kupferamminen (z. B. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$). Die vorliegende Erfindung ist nicht auf Metallvorläufer eines speziellen Typs, einer speziellen Zusammensetzung oder Reinheit beschränkt. Das Molekularsieb kann zu der Lösung der Metallkomponente unter Bildung einer Suspension zugegeben werden, die anschließend reagieren gelassen wird, so dass die Metallkomponente auf dem Zeolith verteilt wird. Das Metall kann in den Porenkanälen sowie auf der äußeren Oberfläche des Molekularsiebs verteilt sein. Das Metall kann in ionischer Form oder in Form eines Metalloxids verteilt sein. Beispielsweise kann Kupfer als Kupfer(II)-ionen, Kupfer(I)-ionen oder als Kupferoxid verteilt sein. Das das Metall enthaltende Molekularsieb kann von der flüssigen Phase der Suspension abgetrennt, gewaschen und getrocknet werden. Das erhaltene, ein Metall enthaltende Molekularsieb kann daraufhin calciniert werden, um das Metall in dem Molekularsieb zu fixieren.

[0039] Ein metallausgetauschtes Molekularsieb kann in dem Bereich von etwa 0,10 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% eines Metalls der Gruppe VB, VIB, VIIB, VIIIB, IB oder IIB enthalten sein, das sich auf Extra-Gerüst-Stellen auf der äußeren Oberfläche oder in den Kanälen, Hohlräumen oder Käfigen des Molekularsiebs befindet. Vorzugsweise kann das Extra-Gerüst-Metall in einer Menge in dem Bereich von etwa 0,2 Gew.-% bis etwa 5 Gew.-% vorhanden sein.

[0040] Das metallausgetauschte Molekularsieb kann ein Kupfer (Cu) umfassendes geträgertes kleinporiges Molekularsieb sein, das etwa 0,1 bis etwa 20,0 Gew.-% Kupfer bezüglich des Gesamtgewichts des Katalysa-

tors aufweist. Vorzugsweise ist Kupfer von etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% des Gesamtgewichts des Katalysators, stärker bevorzugt von etwa 1,8 Gew.-% bis etwa 4,2 Gew.-% des Gesamtgewichts des Katalysators vorhanden.

[0041] Das metallausgetauschte Molekularsieb kann ein Eisen (Fe) umfassendes geträgertes kleinporiges Molekularsieb sein, das etwa 0,1 bis etwa 20,0 Gew.-% Eisen bezüglich des Gesamtgewichts des Katalysators aufweist. Vorzugsweise ist Eisen von etwa 1 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% des Gesamtgewichts des Katalysators, stärker bevorzugt von etwa 1,8 Gew.-% bis etwa 4,2 Gew.-% des Gesamtgewichts des Katalysators vorhanden.

[0042] Der Katalysatorartikel kann eine Zunahme des Rückdrucks im Vergleich zu dem Rückdruck eines nicht behandelten, hochporösen Substrats von weniger als oder gleich 100% des Rückdrucks des nicht behandelten, hochporösen Substrats beim Testen unter Verwendung eines SuperFlow SF-1020 bei einer Strömung von 200 cfm (Kubikfuß pro Minute) oder mehr aufweisen. Die Zunahme des Rückdrucks kann mindestens etwa 75%, mindestens etwa 80%, mindestens etwa 85%, mindestens etwa 90% oder mindestens etwa 95% betragen.

[0043] Der Katalysatorartikel kann einen Verlust an SCR-Katalysatorbeschichtung auf der Wand des hochporösen Trägers von weniger als 2% aufweisen, wenn der Artikel einem Luftstrom aus einer fixierten AirTX-Strömungsdüse bei einem Druck von 90 psi ausgesetzt wird, wobei der Artikel (in einer Entfernung) von 12, 7 mm von der Fläche der Düse entfernt ist und die Düse über den Artikel mit einer Geschwindigkeit von 6, 7 mm/s strömt. Eine Reihe von Durchgängen, die voneinander 3,1 mm beabstandet sind, können über den Katalysatorartikel hinweg durchgeführt werden. Der Verlust an SCR-Katalysatorbeschichtung auf der Wand des hochporösen Trägers kann etwa 1%, etwa 0,5%, etwa 0,4%, etwa 0,3%, etwa 0,2%, etwa 0,1%, etwa 0, 05% oder etwa 0,01% betragen.

[0044] Der eine hohe Porosität aufweisende Katalysatorartikel kann eine Zunahme der N_2-Selektivität im Vergleich zu einem vergleichbaren Artikel, der ein Substrat mit einer geringeren Porosität als der eines hochporösen Substrats umfasst, aufweisen. Die Porosität des vergleichbaren Artikels kann weniger als etwa 40%, vorzugsweise weniger als oder gleich 35% betragen. Ein Fachmann mit durchschnittlichen Kenntnissen erkennt, dass die Höhe der Zunahme von dem verwendeten SCR-Katalysator und von den Testbedingungen abhängen kann.

[0045] In einem weiteren Aspekt umfassen die Verfahren zur Herstellung des katalytischen Artikels: (a) Applizieren von Platin, Palladium, geträgertem Platin, geträgertem Palladium oder einem Gemisch hiervon auf ein hochporöses Substrat und (b) Applizieren eines SCR-Katalysators in einer Washcoat-Schicht auf das Platin, Palladium, geträgertes Platin, geträgertes Palladium oder ein Gemisch hiervon enthaltende, hochporöse Substrat.

[0046] Das Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon kann auf den hochporösen Träger durch Imprägnieren des hochporösen Substrats mit einer Lösung, vorzugsweise einer wässrigen Lösung, eines Salzes von Platin, Palladium oder eines Gemischs hiervon appliziert werden. Das Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon kann auf das hochporöse Substrat in einer Suspension appliziert werden. Das Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon kann auch auf den hochporösen Träger als ein geträgertes Platin, ein geträgertes Palladium oder ein Gemisch hiervon appliziert werden. Das Platin oder Palladium kann als Platin- oder Palladiumvorläufer appliziert werden. Der Begriff ”Platinvorläufer” bedeutet eine beliebige Verbindung oder einen beliebigen Komplex, die bzw. der sich bei der Calcinierung oder beim Erwärmen in eine katalytisch aktive Form zersetzt oder anderweitig umwandelt. Geeignete Platinkomplexe oder -verbindungen umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, Platinchloride (z. B. Salze von $[PtCl_4]^{2-}$, $[PtCl_6]^{2-}$), Platinhydroxide (z. B. Salze von $[Pt(OH)_6]^{2-}$), Platinammine (z. B. Salze von $[Pt(NH_3)_4]^{2+}$, $[Pt(NH_3)_4]^{4+}$), Platinhydrate (z. B. Salze von $[Pt(OH_2)_4]^{2+}$) Platin-bis(acetylacetonate) und gemischte Verbindungen oder Komplexe (z. B. $[Pt(NH_3)_2(Cl)_2]$). Der Begriff ”Palladiumvorläufer” wird in der gleichen Weise verwendet, wie oben für den Begriff ”Platinvorläufer” beschrieben wurde. Diese Erfindung ist nicht auf Platin- oder Palladiumvorläufer eines speziellen Typs, einer speziellen Zusammensetzung oder einer speziellen Reinheit eingeschränkt.

[0047] Die Begriffe ”geträgertes Platin” und ”geträgertes Palladium” bedeuten eine Zusammensetzung, die Platin, Palladium oder einen Vorläufer hiervon auf einem Träger umfasst. Verschiedene Typen von Trägern sind auf dem einschlägigen Fachgebiet bekannt, wie Aluminiumoxid, Titanoxid, Siliciumdioxid, Zirconiumoxid, Ceroxid, Molekularsiebe und Gemische hiervon. Ein Gemisch oder eine Lösung eines Platin- oder eines Palladiumvorläufers kann zu dem Träger durch Imprägnierung oder durch Kopräzipitation des Platin- oder Palladiumvorläufers mit dem Träger zugegeben werden.

[0048] Das geträgerte Platin, das geträgerte Palladium oder ein Gemisch hiervon kann in einem Washcoat auf das hochporöse Substrat appliziert werden. Ein Washcoat ist eine Suspension, die Katalysator, Additive und ein Lösemittel, vorzugsweise Wasser, umfasst. Der Washcoat weist vorzugsweise einen Feststoffgehalt in einem Bereich von 20 Gew.-% bis 60 Gew.-%, stärker bevorzugt 25 Gew.-% bis 50 Gew.-%, am stärksten bevorzugt 30 Gew.-% bis 40 Gew.-% auf. Wasser ist vorzugsweise mit 40 Gew.-% bis 80 Gew.-%, stärker bevorzugt 50 Gew.-% bis 75 Gew.-%, am stärksten bevorzugt 60 Gew.-% bis 70 Gew.-% vorhanden. Der Feststoffgehalt umfasst den Katalysator und beliebige Additive. Üblicherweise umfassen die Feststoffe 50 Gew.-% bis 99 Gew.-%, stärker bevorzugt 60 Gew.-% bis 95 Gew.-% und am stärksten bevorzugt 75 Gew.-% bis 85 Gew.-% des Katalysators. Die Additive, die Glaspartikel, Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Siliciumdioxid-Aluminiumsoxide, Keramiken, Molekularsiebe, Zeolithe, Tone, anorganische Oxide, Mineralien, Polymere oder andere Materialien umfassen können, bilden den Rest des Feststoffgehalts. Vorzugsweise umfassen die Feststoffe 1 Gew.-% bis 50 Gew.-%, stärker bevorzugt 5 Gew.-% bis 40 Gew.-%, am stärksten bevorzugt 15 Gew.-% bis 25 Gew.-% der Additive. Die Washcoat-Komponenten werden in einer beliebigen gewünschten Reihenfolge kombiniert und werden vermischt, bis eine homogene Suspension erhalten wird. Vorzugsweise wird ein Mischen unter hohen Scherkräften verwendet.

[0049] Wenn das geträgerte Platin, das geträgerte Palladium oder ein Gemisch hiervon auf das hochporöse Substrat in einem Washcoat appliziert wird, kann ein Teil des geträgerten Platins, des geträgerten Palladiums oder eines Gemisches hiervon in den Wänden des hochporösen Substrats angeordnet werden und ein Teil kann auf den Wänden des hochporösen Substrats angeordnet werden.

[0050] Bei dem katalytischen Artikel können Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon auf oder in mindestens einem Bereich einer Seite des hochporösen Substrats vorhanden sein. Vorzugsweise ist Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon auf oder in mindestens der Hälfte einer Seite des hochporösen Substrats vorhanden, stärker bevorzugt ist Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon auf dem Wesentlichen der gesamten einen Seite des hochporösen Substrats vorhanden. Der Begriff ”im Wesentlichen der gesamten”, wie hier verwendet, bedeutet mindestens 90%, vorzugsweise mindestens 95%, stärker bevorzugt mindestens 99%. Bei dem Katalysatorartikel können Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon auf oder in mindestens einem Bereich von beiden Seiten des hochporösen Substrats vorhanden sein. Wenn das Platin, das Palladium oder ein Gemisch hiervon auf oder in beiden Seiten des Substrats vorhanden sind, kann es in mindestens der Hälfte mindestens einer Seite des hochporösen Substrats vorhanden sein. Wenn das Platin, das Palladium oder ein Gemisch hiervon auf oder in beiden Seiten des Substrats vorhanden ist, kann es in mindestens einer Hälfte von beiden Seiten des hochporösen Substrats vorhanden sein.

[0051] Die SCR-Katalysatorbeschichtung ist über mindestens den Bereichen der Wand des hochporösen Substrats vorhanden, die Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon enthält. Wenn das Platin, das Palladium oder ein Gemisch hiervon sich auf beiden Seiten der Wand des Substrats befindet, ist die SCR-Katalysatorbeschichtung auf beiden Wänden über mindestens den Bereichen der Wand des hochporösen Substrats platziert, die Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon enthält. Wenn das Platin, das Palladium oder ein Gemisch hiervon sich auf lediglich einer Seite der Wand des Substrats befindet, kann die SCR-Katalysatorbeschichtung auf beiden Wänden des hochporösen Substrats platziert werden, wo mindestens der Bereich der Wand, der Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon enthält, durch den SCR-Katalysator beschichtet ist.

[0052] Das hochporöse Substrat mit dem Platin, Palladium, geträgerten Platin, geträgerten Palladium oder einem Gemisch hiervon kann anschließend getrocknet und bei einer Temperatur in dem Bereich von 400°C bis 1200°C, vorzugsweise 450°C bis 700°C und stärker bevorzugt 500°C bis 650°C calciniert werden. Die Calcinierung wird vorzugsweise unter trockenen Bedingungen durchgeführt, sie kann jedoch auch hydrothermal, d. h. in Gegenwart eines gewissen Feuchtigkeitsgehalts, durchgeführt werden. Die Calcinierung kann während eines Zeitraums von zwischen etwa 30 Minuten und etwa 4 Stunden, vorzugsweise zwischen etwa 30 Minuten und etwa 2 Stunden, stärker bevorzugt zwischen etwa 30 Minuten und etwa 1 Stunde durchgeführt werden.

[0053] Der SCR-Katalysator wird anschließend in einer Washcoat-Schicht auf das Platin, Palladium, geträgertes Platin, geträgertes Palladium oder ein Gemisch hiervon enthaltende hochporöse Substrat appliziert. Es werden eine oder mehrere Applikationen des den SCR-Katalysator enthaltenden Washcoats auf das hochporöse Substrat durchgeführt. Die Washcoat-Schicht(en) wird (werden) getrocknet und gemäß obiger Beschreibung calciniert.

[0054] In einem noch weiteren Aspekt umfasst ein Verfahren zum Reinigen eines NO_X umfassenden Abgases ein In-Kontakt-bringen eines NO_X umfassenden Abgases mit einem Katalysatorartikel, der Folgendes umfasst: (a) ein hochporöses Substrat, das Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon in der Wand des hochporösen

Substrats umfasst, und (b) eine SCR-Katalysatorbeschichtung auf einer Wand des hochporösen Substrats, wobei das Platin, das Palladium oder das Gemisch hiervon in der Wand des hochporösen Trägers in Form eines Metalls oder in Form von geträgertem Platin, geträgertem Palladium oder einem Gemisch hiervon vorhanden ist. Das Abgas umfasst Ammoniak oder einen Ammoniakvorläufer, wie beispielsweise Harnstoff, Ammoniumcarbonat, Ammoniumcarbamat, Ammoniumhydrogencarbonat und Ammoniumformiat. Ammoniak und Harnstoff sind bevorzugt und Ammoniak ist besonders bevorzugt. Das hochporöse Substrat kann eine Porosität von etwa 40% bis etwa 80% aufweisen. Das Platin, das Palladium oder ein Gemisch hiervon oder das geträgerte Platin, das geträgerte Palladium oder ein Gemisch hiervon kann auch in Form einer Beschichtung auf der Wand des hochporösen Trägers vorhanden sein. Der Artikel kann etwa 0,1 Gew.-% bis etwa 1 Gew.-% Platin oder etwa 0,1 Gew.-% bis etwa 2 Gew.-% Palladium umfassen.

[0055] Der SCR-Katalysator kann ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon sein. Der SCR-Katalysator kann ein unedles Metall umfassen, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Vanadium (V), Molybdän (Mo) und Wolfram (W), Chrom (Cr), Cer (Ce), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Cobalt (Co), Nickel (Ni), und Kupfer (Cu) und Gemischen hiervon besteht. Der SCR-Katalysator kann ein Molekularsieb oder ein metallausgetauschtes Molekularsieb umfassen. Das Molekularsieb oder das metallausgetauschte Molekularsieb kann kleinporig, mittelporig, großporig oder ein Gemisch hiervon sein.

[0056] Der Katalysatorartikel kann mindestens einen Promotor eines unedlen Metalls umfassen. Der mindestens eine Promotor des unedlen Metalls kann aus Neodym (Nd), Barium (Ba), Cer (Ce), Lanthan (La), Praseodym (Pr), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Mangan (Mn), Zink (Zn), Niob (Nb), Zirconium (Zr), Molybdän (Mo), Zinn (Sn), Tantal (Ta), Strontium (Sr) und Oxiden hiervon ausgewählt sein. Das metallausgetauschte Molekularsieb kann ein Kupfer (Cu) umfassendes geträgertes kleinporiges Molekularsieb sein, das etwa 0,1 bis etwa 20,0 Gew.-% Kupfer bezüglich des Gesamtgewichts des Katalysators aufweist.

[0057] Der SCR-Katalysator kann ein kleinporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Alumosilicat-Molekularsieben, metallsubstituierten Alumosilicat-Molekularsieben, Aluminophosphat(AlPO)-Molekularsieben, metallsubstituierten Aluminophosphat(MeAlPO)-Molekularsieben, Silicoaluminophosphat(SAPO)-Molekularsieben und metallsubstituierten Silicoaluminophosphat(MeAPSO)-Molekularsieben und Gemischen hiervon besteht.

[0058] Der SCR-Katalysator kann ein kleinporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe der Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAV, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG und ZON sowie Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht. Der SCR-Katalysator kann vorzugsweise ein kleinporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe der Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus CHA, LEV, AEI, AFX, ERI, SFW, KFI, DDR und ITE besteht.

[0059] Der SCR-Katalysator kann ein mittelporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe der Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus AEL, AFO, AHT, BOF, BOZ, CGF, CGS, CHI, DAC, EUO, FER, HEU, IMF, ITH, ITR, JRY, JSR, JST, LAU, LOV, MEL, MFI, MFS, MRE, MTT, MVY, MWW, NAB, NAT, NES, OBW, PAR, PCR, PON, PUN, RRO, RSN, SFF, SFG, STF, STI, STT, STW, SVR, SZR, TER, TON, TUN, UOS, VSV, WEI und WEN sowie Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht. Vorzugsweise umfasst der SCR-Katalysator ein mittelporiges Molekularsieb, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus MFI, FER und STT besteht.

[0060] Der SCR-Katalysator kann ein großporiges Molekularsieb umfassen, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus AFI, AFR, AFS, AFY, ASV, ATO, ATS, BEA, BEC, BOG, BPH, BSV, CAN, CON, CZP, DFO, EMT, EON, EZT, FAU, GME, GON, IFR, ISV, ITG, IWR, IWS, IWV, IWW, JSR, LTF, LTL, MAZ, MEI, MOR, MOZ, MSE, MTW, NPO, OFF, OKO, OSI, RON, RWY, SAF, SAO, SBE, SBS, SBT, SEW, SFE, SFO, SFS, SFV, SOF, SOS, STO, SSF, SSV, USI, UWY und VET und Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht. Vorzugsweise umfasst der SCR-Katalysator ein großporiges Molekularsieb, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus MOR, OFF und BEA besteht.

[0061] Das Verfahren des Reinigens des Abgases kann zu einer Zunahme des Rückdrucks über dem hochporösen Träger führen, welche weniger als oder gleich 100% des Rückdrucks des nicht behandelten hochporösen Substrats beträgt, wenn ein Testen unter Verwendung eines SuperFlow SF-1020 bei einer Strömung von 200 cfm oder höher erfolgt. Die Zunahme des Rückdrucks kann mindestens etwa 75%, mindestens etwa 80% mindestens etwa 85%, mindestens etwa 90% oder mindestens etwa 95% betragen.

[0062] Das Verfahren des Reinigens des Abgases kann einen Verlust an SCR-Katalysatorbeschichtung auf der Wand des hochporösen Trägers von weniger als 2% aufweisen, wenn der Artikel einen Luftstrom aus einer fixierten AirTX-Strömungsdüse bei einem Druck von 90 psi ausgesetzt wird, wobei der Artikel 12,7 mm von der Fläche der Düse platziert ist und die Düse über den Artikel mit einer Geschwindigkeit von 6,7 mm/s strömt. Eine Reihe von Durchgängen im Abstand von 3,1 mm kann über den Katalysatorartikel hinweg durchgeführt werden. Der Verlust an SCR-Katalysatorbeschichtung auf der Wand des hochporösen Trägers kann ≤ 1%, ≤ 0,5%, ≤ 0,4%, ≤ 0,3%, ≤ 0,2%, ≤ 0,1%., ≤ 0,05% oder s 0,01% betragen.

[0063] Das Verfahren kann eine mehr als 90% Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff (N_2-Selektivität) bei Temperaturen von 350°C bis 450°C liefern und kann eine Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff bei 550°C von mehr als 80% liefern. Das Verfahren kann eine erhöhte Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff über einen Temperaturbereich von etwa 250°C bis etwa 550°C im Vergleich zu einem vergleichbaren Artikel, der ein Substrat mit einer geringeren Porosität als ein hochporöses Substrat umfasst, liefern. Die Porosität des vergleichbaren Artikels kann weniger als etwa 40%, vorzugsweise weniger als oder gleich 35 betragen. Der Betrag an erhöhter Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff (N_2-Selektivität) kann mindestens etwa 2,5%, bevorzugt mindestens etwa 5%, stärker bevorzugt mindestens etwa 7,5% betragen.

[0064] Das NO_X umfassende Abgas kann mit einem oben beschriebenen katalytischen Artikel bei einer Temperatur von etwa 150°C bis etwa 550°C, vorzugsweise bei einer Temperatur von etwa 200°C bis etwa 550°C, stärker bevorzugt bei einer Temperatur von etwa 250°C bis etwa 550°C in Kontakt gebracht werden.

[0065] Die nachfolgenden Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung der Erfindung, ein Fachmann auf dem einschlägigen Fachgebiet erkennt zahlreiche Abwandlungen, die unter den Geist der Erfindung und den Umfang der Patentansprüche fallen.

BEISPIELE

[0066] Fünf verschiedene Katalysatorartikel, die jeweils eine obere und eine untere Schicht aufweisen, wurden gemäß nachfolgender Beschreibung hergestellt. Beispiel 1 verwendete ein eine geringe Porosität (35%) aufweisendes Wandstrom-Wabensubstrat (”LP-Filter”) und die Beispiele 2 bis 5 verwendeten ein eine hohe Porosität (etwa 50%) aufweisendes Wandstrom-Wabensubstrat (”HP-Filter”).

Beispiel 1: Eine geringe Porosität aufweisendes Substrat-Vergleichsbeispiel

[0067] Ein Katalysatorartikel wurde hergestellt, indem zunächst eine untere Schicht auf einem eine geringe Porosität aufweisenden Substrat (Corning 300/5, Porosität 35%) durch Auftragen einer Washcoat-Aufschlämmung, die Aluminiumoxid, Bernsteinsäure und eine Lösung von Platinnitrat umfasste, auf ein eine geringe Porosität aufweisendes Durchfluss-Wabensubstrat durch Applizieren des Washcoats auf das Substrat hergestellt wurde und dann ein Vakuum verwendet wurde, um den Washcoat in das Substrat zu ziehen. Die Washcoat-Aufschlämmung enthielt 7,20% Feststoffe, bezogen auf das Gewicht, und wies eine Teilchengrößenverteilung d50 von etwa 6,0 µm auf. Die Platinbeladung auf dem Artikel betrug 1,99 g/ft^3. Das Substrat wurde zur Entfernung von Feuchtigkeit getrocknet und anschließend bei etwa 500°C während etwa 1 Stunde calciniert.

[0068] Eine Aluminiumoxid, Hydroxyethylzellulose und einen Kupfer enthaltenden CHA-Zeolith (3,33% Cu) umfassende Washcoat-Aufschlämmung wurde als eine obere Schicht auf das mit Platin imprägnierte Substrat durch Applizieren des Washcoats auf das Substrat und anschließendes Verwenden eines Vakuums, um den Washcoat in das Substrat zu ziehen, appliziert. Die Washcoat-Aufschlämmung enthielt 31,21% Feststoffe, bezogen auf das Gewicht, und wies eine Teilchengrößenverteilung d50 von etwa 6,0 µm auf. Die Aufschlämmung wurde mit einer Beladung von 2,48 g/Zoll^3 appliziert, was zu einer Kupferbeladung von 124 g/ft^3 führte.

[0069] Nachdem die obere Beschichtung appliziert worden war, wurde der Artikel getrocknet und bei etwa 500°C während etwa 1 Stunde calciniert.

Beispiel 2: Eine hohe Porosität aufweisendes Standardsubstrat

[0070] Ein katalytischer Artikel wurde hergestellt, indem zuerst eine untere Schicht auf einem eine hohe Porosität aufweisenden Wandstrom-Wabensubstrat (”HP-Substrat”) (NGK 300/6.5 Material D, mit einer Porosität von etwa 50%) (dieses Substrat wurde in den Beispielen 2 bis 5 verwendet) durch Tauchbeschichtung einer Aluminiumoxid, Bernsteinsäure und Platinnitrat umfassenden Washcoat-Aufschlämmung auf dem HP-Substrat hergestellt wurde. Die Washcoat-Aufschlämmung enthielt 8,61% Feststoffe, bezogen auf das Gewicht. Das

eine hohe Porosität aufweisende Wandstrom-Wabensubstrat (”HP-Substrat”) mit der unteren Schicht wurde bei etwa 500°C während etwa 1 Stunde calciniert.

[0071] Die obere Schicht wurde auf das Substrat gemäß Beschreibung in Beispiel 1 appliziert.

[0072] Der Artikel wies eine Platinbeladung von 1,97 g/ft^3 in der unteren Schicht und eine Kupferbeladung von 125,5 g/ft^3 in der oberen Schicht auf.

[0073] Nachdem der Washcoat appliziert worden war, wurde der Artikel getrocknet und gemäß obiger Beschreibung in Beispiel 1 calciniert.

Beispiel 3: Platin, imprägniert in ein Substrat – keine untere Schicht

[0074] Ein katalytischer Artikel wurde hergestellt, indem zuerst ein eine hohe Porosität aufweisendes Wandstrom-Wabensubstrat mit einer Lösung von Platinnitrat imprägniert wurde, um eine Platinbeladung auf dem Artikel von 1,97 g/ft^3 zu erzeugen. Das Substrat wurde zur Entfernung von Feuchtigkeit getrocknet, anschließend bei etwa 500°C während etwa 30 Minuten bis etwa 1 Stunde calciniert.

[0075] Die obere Schicht wurde auf das Substrat gemäß Beschreibung in Beispiel 1 appliziert.

[0076] Die Aufschlämmung wurde bei einer Beladung von 2,48 g/Zoll^3 appliziert, was zu einer Kupferbeladung von 125 g/ft^3 führte. Nach Applikation des Washcoats wurde der Artikel getrocknet und gemäß Beschreibung in Beispiel 1 calciniert.

Beispiel 4: Platin auf SiO_2 in der unteren Schicht

[0077] Ein Katalysatorartikel wurde hergestellt, indem zuerst eine untere Schicht auf einem eine hohe Porosität aufweisenden Wandstrom-Wappensubstrat (”HP-Substrat”) durch Tauchbeschichtung einer Siliciumdioxid und Platinnitrat umfassenden Washcoat-Aufschlämmung auf dem HP-Substrat hergestellt wurde. Die Washcoat-Aufschlämmung enthielt 8,61% Feststoffe, bezogen auf das Gewicht. Der Artikel wies eine Platinbeladung von 1,99 g/ft^3 auf.

[0078] Die obere Schicht wurde auf das Substrat gemäß Beschreibung in Beispiel 1 appliziert. Die Aufschlämmung wurde mit einer Beladung von 2,52 g/Zoll^3 appliziert, was zu einer Kupferbeladung von 127 g/ft^3 führte.

[0079] Nach Applikation des Washcoats wurde der Artikel getrocknet und gemäß obiger Beschreibung in Beispiel 1 calciniert.

Beispiel 5: Platin auf SiO_2-TiO_2 in der unteren Schicht

[0080] Ein katalytischer Artikel wurde hergestellt, indem zuerst eine untere Schicht auf einem eine hohe Porosität aufweisenden Wandstrom-Wabensubstrat (”HP-Substrat”) durch Tauchbeschichten einer Siliciumdioxid und Platinnitrat umfassenden Washcoat-Aufschlämmung auf dem HP-Substrat hergestellt wurde. Die Washcoat-Aufschlämmung enthielt 8,61 Gew.-% Feststoffe. Der Artikel wies eine Platinbeladung von 2,01 g/ft^3 auf.

[0081] Die obere Schicht wurde auf das Substrat gemäß Beschreibung in Beispiel 1 appliziert. Die Aufschlämmung wurde bei einer Beladung von 2,52 g/Zoll^3 appliziert, was zu einer Kupferbeladung von 127 g/ft^3 führte.

[0082] Nach Applikation des Washcoats wurde der Artikel getrocknet und gemäß obiger Beschreibung in Beispiel 1 calciniert.

Beispiel 6

[0083] Die katalytische Aktivität jeder der Artikel der Beispiele 1 bis 5 wurde durch Messen der Gleichgewichtszustand-NH_3-Oxidationsaktivitäten von jedem der Artikel bei 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 450°C und 550°C unter Verwendung der folgenden Gaszusammensetzung untersucht:

Gas	O_2	NH_3	CO	C_3H_6	H_2O	CO_2	N_2
Konzentration	10%	200 ppm	0 ppm	0 ppm	4,5%	4,5%	zum Rest

[0084] Die Konzentrationen von Ammoniak, NO, NO_2 und N_2O wurden unter Verwendung von FTIR bestimmt. Es wurden Raumgeschwindigkeiten von 60.000 h^{-1} und 120.000 h^{-1} untersucht.

[0085] **Fig.** 1 ist eine grafische Darstellung, die die prozentuale Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff für die Artikel der Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1} zeigt. Die Umwandlung von Ammoniak bei Temperaturen von 300°C bis 550°C war für alle fünf Artikel gleich. Die Artikel der Beispiele 1 bis 5 lieferten Ammoniakumwandlungen von etwa 88% bis etwa 96% bei einer Temperatur von 250°C, wobei die Artikel der Beispiele 1 bis 4 eine Ammoniakumwandlung zwischen 90% und 96% lieferten.

[0086] **Fig.** 2 ist eine grafische Darstellung, die die N_2-Selektivität für die Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1} zeigt. Das eine geringe Porosität aufweisende Substrat lieferte eine geringere Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff (N_2-Selektivität) über den gesamten Temperaturbereich von 250°C bis 550°C im Verhältnis zu jedem der eine hohe Porosität aufweisenden Artikel. Jeder der ein hochporöses Substrat umfassenden Artikel lieferte eine erhöhte N_2-Selektivität im Verhältnis zu dem eine geringe Porosität aufweisenden Substrat mit einer etwa 4% bis etwa 10% höheren Selektivität, abhängig von dem Artikel und der Temperatur, wobei Platin auf einem Siliciumdioxidträger durchgehend eine erhöhte Selektivität von zwischen etwa 5% und 10% lieferte.

[0087] **Fig.** 3 ist eine grafische Darstellung, die die prozentuale Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff für die Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1} zeigt. Die ein hochporöses Substrat umfassenden Artikel lieferten die gleiche oder eine bessere Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff bei Temperaturen von 300°C bis 550°C.

[0088] **Fig.** 4 ist eine grafische Darstellung, die die N_2-Selektivität für die Beispiele 1 bis 5 bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1} zeigt. Das eine geringe Porosität aufweisende Substrat lieferte eine geringere Umwandlung von Ammoniak zu Stickstoff (N_2-Selektivität) über den gesamten Temperaturbereich von 250°C bis 550°C im Verhältnis zu jedem der eine hohe Porosität aufweisenden Artikel. Artikel, die hochporöse Substrate enthalten, lieferten eine um bis zu etwa 8% höhere Umwandlung als die Umwandlung, die von dem Substrat mit geringer Porosität bereitgestellt wurde.

[0089] **Fig.** 5 ist eine grafische Darstellung, die die Konzentration von N_2O an dem Auslass aus dem System bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1} zeigt. Das eine geringe Porosität aufweisende Substrat lieferte hohe Konzentrationen von N_2O bei Temperaturen von 250°C bis etwa 350°C im Verhältnis zu jedem der eine hohe Porosität aufweisenden Artikel. Die hochporösen Artikel, insbesondere die Artikel mit Platin auf Siliciumdioxid, lieferten eine geringere Bildung von N_2O, als sie von dem Substrat mit geringer Porosität geliefert wurde.

[0090] **Fig.** 6 ist eine grafische Darstellung, die die Konzentration von N_2O an dem Auslass aus dem System bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1} zeigt. Das eine geringe Porosität aufweisende Substrat lieferte hohe Konzentrationen von N_2O von Temperaturen von 250°C bis etwa 350°C im Verhältnis zu jedem der eine hohe Porosität aufweisenden Artikel. Die hochporösen Artikel, insbesondere der Artikel mit Platin auf Siliciumdioxid, lieferten eine geringere Bildung von N_2O als diejenige, die von dem Substrat mit geringer Porosität geliefert wurde.

[0091] **Fig.** 7 ist eine grafische Darstellung, die die NO_x-Konzentration am Auslass aus dem System bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1} zeigt. Das eine geringe Porosität aufweisende Substrat lieferte höhere Konzentrationen von NO_X bei Temperaturen oberhalb von etwa 300°C im Verhältnis zu jedem der eine hohe Porosität aufweisenden Artikel. Die hochporösen Artikel lieferten bei Temperaturen von etwa 400°C bis etwa 550°C etwa 10 ppm weniger NO_X, als von dem Substrat mit geringer Porosität geliefert wurde.

[0092] **Fig.** 8 ist eine grafische Darstellung, die die NO_X-Konzentration an dem Auslass aus dem System bei der Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1} zeigt. Das eine geringe Porosität aufweisende Substrat lieferte höhere Konzentrationen von NO_X bei Temperaturen oberhalb von etwa 300°C im Verhältnis zu jedem der eine hohe Porosität aufweisenden Artikel. Die hochporösen Artikel lieferten bei Temperaturen von etwa 450°C bis etwa 550°C etwa 10 ppm weniger NO_X, als von dem Substrat mit geringer Porosität geliefert wurde, und bei Temperaturen von etwa 400°C lieferten die hochporösen Artikel etwa 5 ppm weniger NO_X als das eine geringe Porosität aufweisende Substrat.

Beispiel 7

[0093] Der Rückdruck von jedem der Katalysatorartikel, einem unbehandelten, eine geringe Porosität aufweisenden Substrat und einem unbehandelten, eine hohe Porosität aufweisenden Substrat, wurde unter Verwendung eines SuperFlow SF-1020 bei einer Strömung von 200 cfm gemessen. Die prozentuale Zunahme des Rückdrucks im Verhältnis zu dem entsprechenden unbehandelten Substrat ist in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1:

Beispiel	Prozentuale Zunahme des Rückdrucks
1	110,8
2	81,9
3	75,8
4	88,1
5	81,0

[0094] Die eine hohe Porosität aufweisenden Artikel lieferten eine Zunahme des Rückdrucks von weniger als 100% im Vergleich zu dem eine geringe Porosität aufweisenden Substrat, das eine Zunahme des Rückdrucks von 110% aufwies. Die Zunahme des Rückdrucks bei dem eine hohe Porosität aufweisenden Artikel betrug auch weniger als 95% und weniger als 90%. In einigen Beispielen betrug die Zunahme des Rückdrucks weniger als 85% und weniger als 80%.

Beispiel 8

[0095] Der Verlust an SCR-Katalysatorbeschichtung auf den Wänden der Katalysatorartikel kann bestimmt werden, indem jeder der Artikel einem Luftstrom aus einer fixierten AirTX-Strömungsdüse bei einem Druck von 90 psi ausgesetzt wird, wobei der Artikel 12,7 mm entfernt von der Fläche der Düse platziert wird und die Düse mit einer Geschwindigkeit von 6,7 mm/s über den Artikel strömt. Eine Reihe von 3,1 mm beabstandeten Durchgängen kann über den Katalysatorartikel hinweg durchgeführt werden.

[0096] Jeder der katalytischen Artikel mit dem eine hohe Porosität aufweisenden Substrat kann einen Verlust von ≤ 1%, ≤ 0,5%, ≤ 0,4%, ≤ 0,3%, ≤ 0,2%, ≤ 0,1%, ≤ 0,05% oder ≤ 0,01% aufweisen.

[0097] Die vorhergehenden Beispiele sollen lediglich der Veranschaulichung dienen; die nachfolgenden Patentansprüche definieren den Umfang der Erfindung.

Patentansprüche

1. Katalysatorartikel, umfassend: (a) ein eine hohe Porosität aufweisendes Substrat, das Platin, Palladium oder ein Gemisch hiervon in der Wand des eine hohe Porosität aufweisenden Substrats umfasst, und (b) eine SCR-Katalysatorbeschichtung auf einer Wand des eine hohe Porosität aufweisenden Substrats, wobei das Platin, das Palladium oder ein Gemisch hiervon in der Wand des eine hohe Porosität aufweisenden Trägers in Form eines Metalls oder in Form von geträgertem Platin, geträgertem Palladium oder einem Gemisch hiervon vorhanden ist.

2. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei das Platin, das Palladium oder ein Gemisch hiervon oder das geträgerte Platin, das geträgerte Palladium oder ein Gemisch hiervon des Weiteren in Form einer Beschichtung auf der Wand des eine hohe Porosität aufweisenden Trägers vorhanden ist.

3. Katalysatorartikel nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die SCR-Katalysatorbeschichtung auf beiden Seiten mindestens eines Bereichs einer Wand des eine hohe Porosität aufweisenden Substrats vorhanden ist.

4. Katalysatorartikel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Platin, das Palladium oder ein Gemisch hiervon auf beiden Seiten mindestens eines Bereichs einer Wand des eine hohe Porosität aufweisenden Substrats vorhanden ist.

5. Katalysatorartikel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Katalysatorartikel eine Zunahme des Rückdrucks im Vergleich zu dem Rückdruck des nicht behandelten, eine hohe Porosität aufweisenden Substrats von weniger als oder gleich 100% aufweist.

6. Katalysatorartikel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das eine hohe Porosität aufweisende Substrat eine Porosität von etwa 40% bis etwa 80% aufweist.

7. Katalysatorartikel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der SCR-Katalysator ein Oxid eines unedlen Metalls, ein Molekularsieb, ein metallausgetauschtes Molekularsieb oder ein Gemisch hiervon ist.

8. Katalysatorartikel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der SCR-Katalysator ein unedles Metall umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Vanadium (V), Molybdän (Mo) und Wolfram (W), Chrom (Cr), Cer (Ce), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Cobalt (Co), Nickel (Ni), und Kupfer (Cu) und Gemischen hiervon besteht.

9. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 7, wobei der SCR-Katalysator ein Molekularsieb oder ein metallausgetauschtes Molekularsieb umfasst.

10. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 7 und 9, wobei das Molekularsieb oder das metallausgetauschte Molekularsieb kleinporig, mittelporig, großporig oder ein Gemisch hiervon ist.

11. Katalysatorartikel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Artikel etwa 0,1 Gew.-% bis etwa 1 Gew.-% Platin oder etwa 0,1 Gew.-% bis etwa 2 Gew.-% Palladium umfasst.

12. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 8 und 11, der des Weiteren mindestens einen Promotor von unedlem Metall umfasst.

13. Katalysatorartikel nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine Promotor von unedlem Metall aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Neodym (Nd), Barium (Ba), Cer (Ce), Lanthan (La), Praseodym (Pr), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Mangan (Mn), Zink (Zn), Niob (Nb), Zirconium (Zr), Molybdän (Mo), Zinn (Sn), Tantal (Ta), Strontium (Sr) und Oxiden hiervon besteht.

14. Katalysatorartikel nach Anspruch 9, wobei das metallausgetauschte Molekularsieb ein Kupfer (Cu) umfassendes geträgertes, kleinporiges Molekularsieb ist, das von etwa 0,1 Gew.-% bis etwa 20,0 Gew.-% Kupfer, bezogen auf das Gesamtgewicht des Katalysators, aufweist.

15. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 7, 9 bis 11 und 14, wobei der SCR-Katalysator ein kleinporiges Molekularsieb umfasst, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Alumosilicat-Molekularsieben, metallsubstituierten Alumosilicat-Molekularsieben, Aluminophosphat(AlPO)-Molekularsieben, metallsubstituierten Aluminophosphat(MeAlPO)-Molekularsieben, Silico-aluminophosphat(SAPO)-Molekularsieben und metallsubstituierten Silico-aluminophosphat(MeAPSO)-Molekularsieben und Gemischen hiervon besteht.

16. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 7, 9 bis 11, 14 und 15, wobei der SCR-Katalysator ein kleinporiges Molekularsieb umfasst, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAV, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG und ZON und Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht.

17. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 7, 9 bis 11 und 14 bis 16, wobei der SCR-Katalysator ein kleinporiges Molekularsieb umfasst, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus CHA, LEV, AEI, AFX, ERI, SFW, KFI, DDR und ITE besteht.

18. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 7, 9 bis 11 und 14, wobei der SCR-Katalysator ein mittelporiges Molekularsieb umfasst, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus AEL, AFO, AHT, BOF, BOZ, CGF, CGS, CHI, DAC, EUO, FER, HEU, IMF, ITH, ITR, JRY, JSR, JST, LAU, LOV, MEL, MFI, MFS, MRE, MTT, MVY, MWW, NAB, NAT, NES, OBW, PAR, PCR, PON, PUN, RRO, RSN, SFF, SFG, STF, STI, STT, STW, SVR, SZR, TER, TON, TUN, UOS, VSV, WEI und WEN und Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht.

19. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 7, 9 bis 11, 14 und 18, wobei der SCR-Katalysator ein mittelporiges Molekularsieb umfasst, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus MFI, FER und STT besteht.

20. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 7, 9 bis 11 und 14, wobei der SCR-Katalysator ein großporiges Molekularsieb umfasst, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus AFI, AFR, AFS, AFY, ASV, ATO, ATS, BEA, BEC, BOG, BPH, BSV, CAN, CON, CZP, DFO, EMT, EON, EZT, FAU, GME, GON, IFR, ISV, ITG, IWR, IWS, IWV, IWW, JSR, LTF, LTL, MAZ, MEI, MOR, MOZ, MSE, MTW, NPO, OFF, OKO, OSI, RON, RWY, SAF, SAO, SBE, SBS, SBT, SEW, SFE, SFO, SFS, SFV, SOF, SOS, STO, SSF, SSY, USI, UWY und VET und Gemischen und/oder Verwachsungen hiervon besteht.

21. Katalysatorartikel nach den Ansprüchen 1 bis 7, 9 bis 11, 14 und 20, wobei der SCR-Katalysator ein großporiges Molekularsieb umfasst, das aus der Gruppe von Gerüsttypen ausgewählt ist, die aus MOR, OFF und BEA besteht.

22. Katalysatorartikel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Artikel NO_X zu N_2 mit einer größeren Selektivität umwandelt als ein vergleichbarer Artikel, der ein Substrat mit einer geringeren Porosität als der Porosität eines eine hohe Porosität aufweisenden Substrats umfasst.

23. Verfahren zur Reinigung eines NO_X umfassenden Abgases, wobei das Verfahren ein In-Kontakt-bringen eines NO_X umfassenden Abgases mit einem katalytischen Artikel nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei das NO_X umfassende Abgas mit einem katalytischen Artikel nach Anspruch 1 bis 23 bei einer Temperatur von etwa 150°C bis etwa 550°C in Kontakt gebracht wird.

25. Verfahren nach Anspruch 23 oder Anspruch 24, wobei das Verfahren NO_X zu N_2 umwandelt und die N_2-Selektivität größer ist als die N_2-Selektivität eines vergleichbaren Artikels, der ein Substrat mit einer geringeren Porosität als der Porosität eines eine hohe Porosität aufweisenden Substrats umfasst.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1: NH_3–Umwandlung bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1}

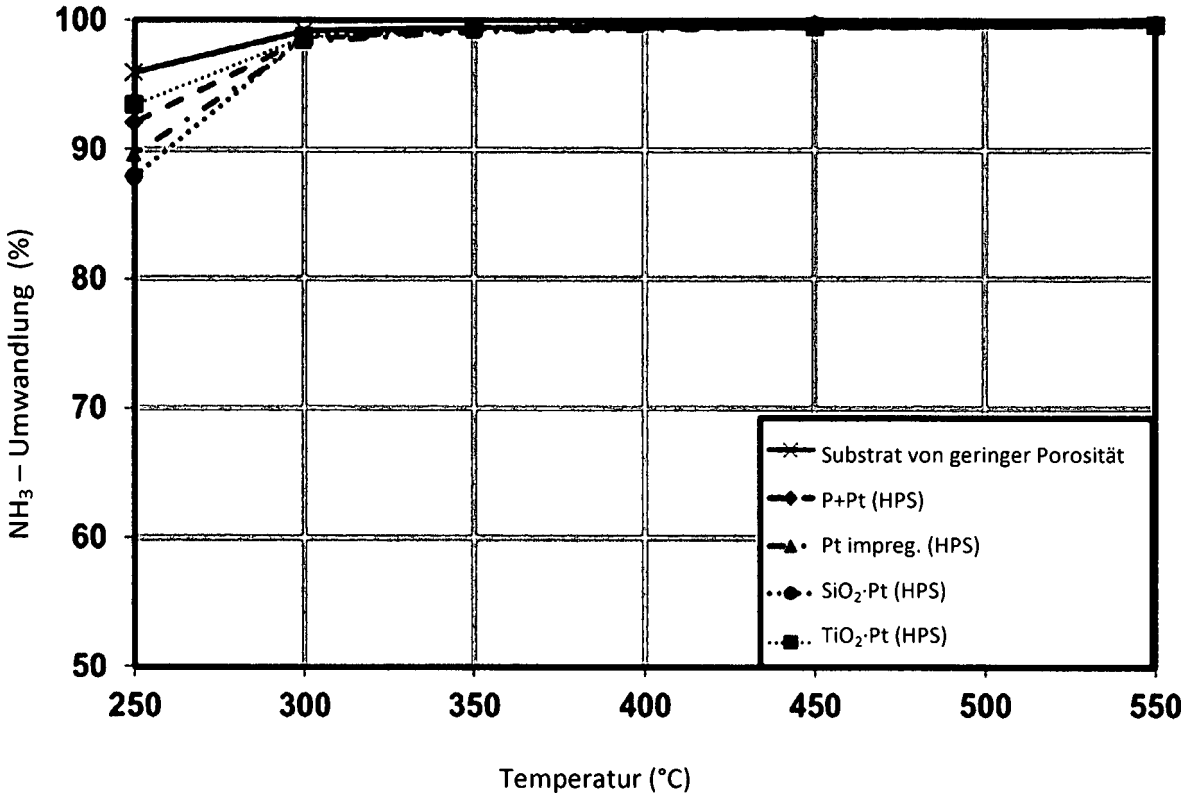


Fig. 2: N_2–Selektivität bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1}

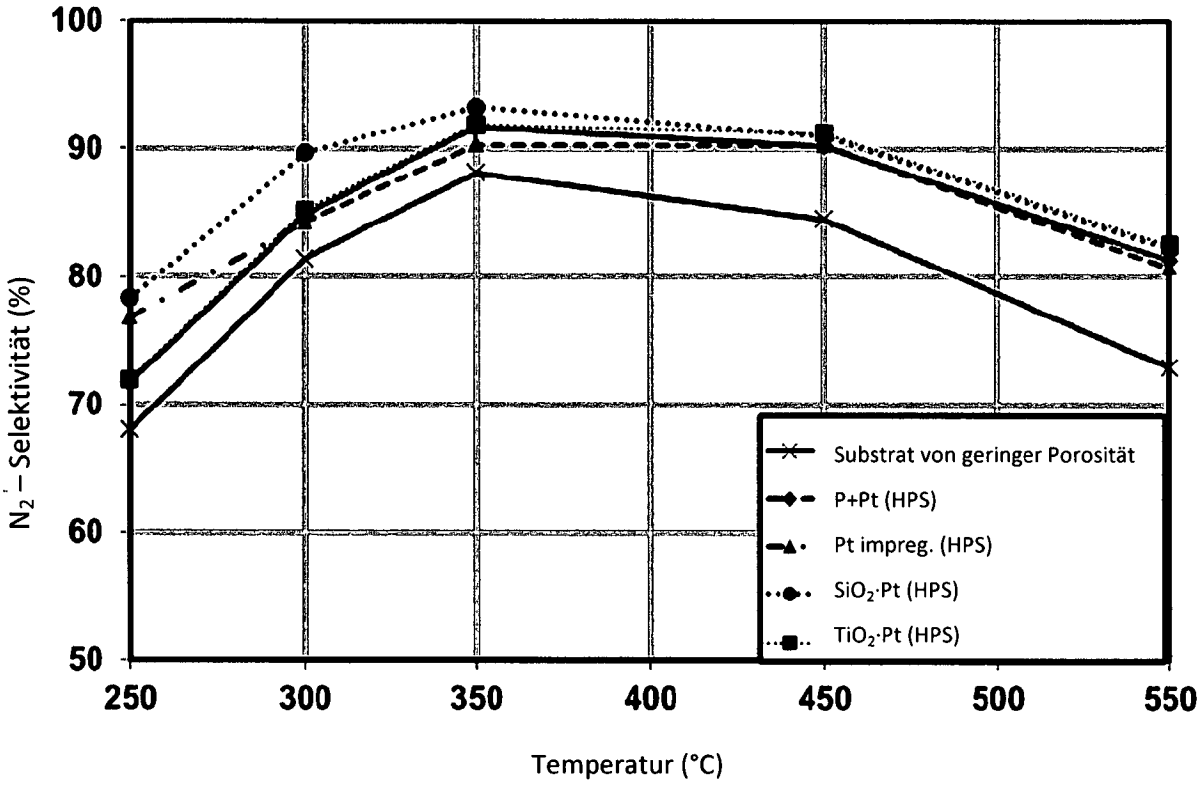


Fig. 3: NH_3–Umwandlung bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1}

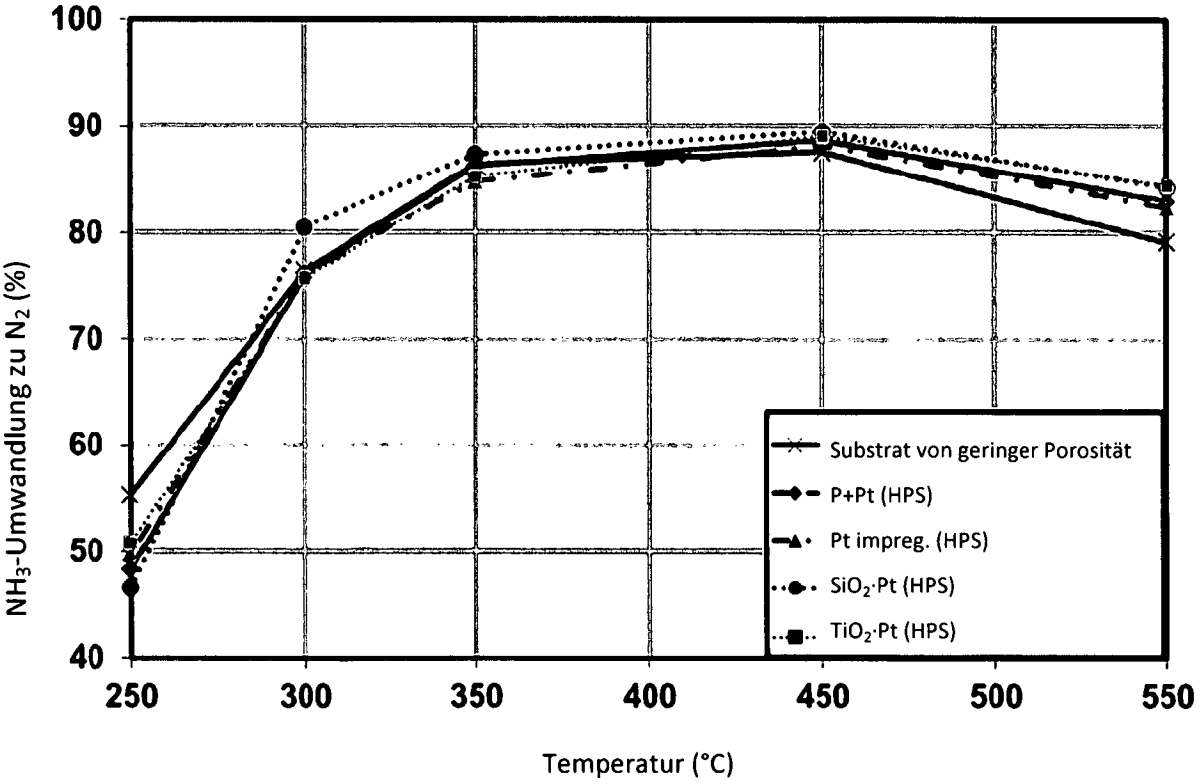


Fig. 4: N_2–Selektivität bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1}

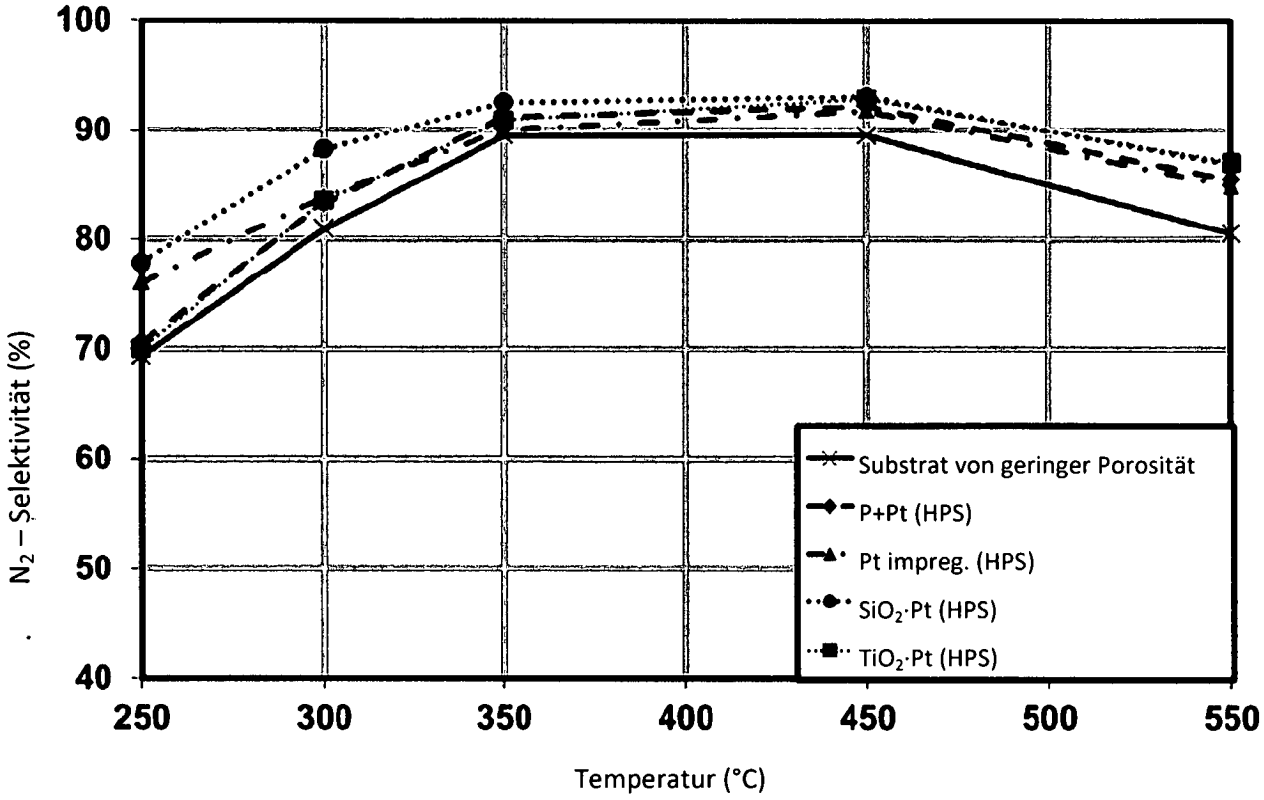


Fig. 5: N_2O–Konzentration (ppm) am Auslass aus dem System bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1}

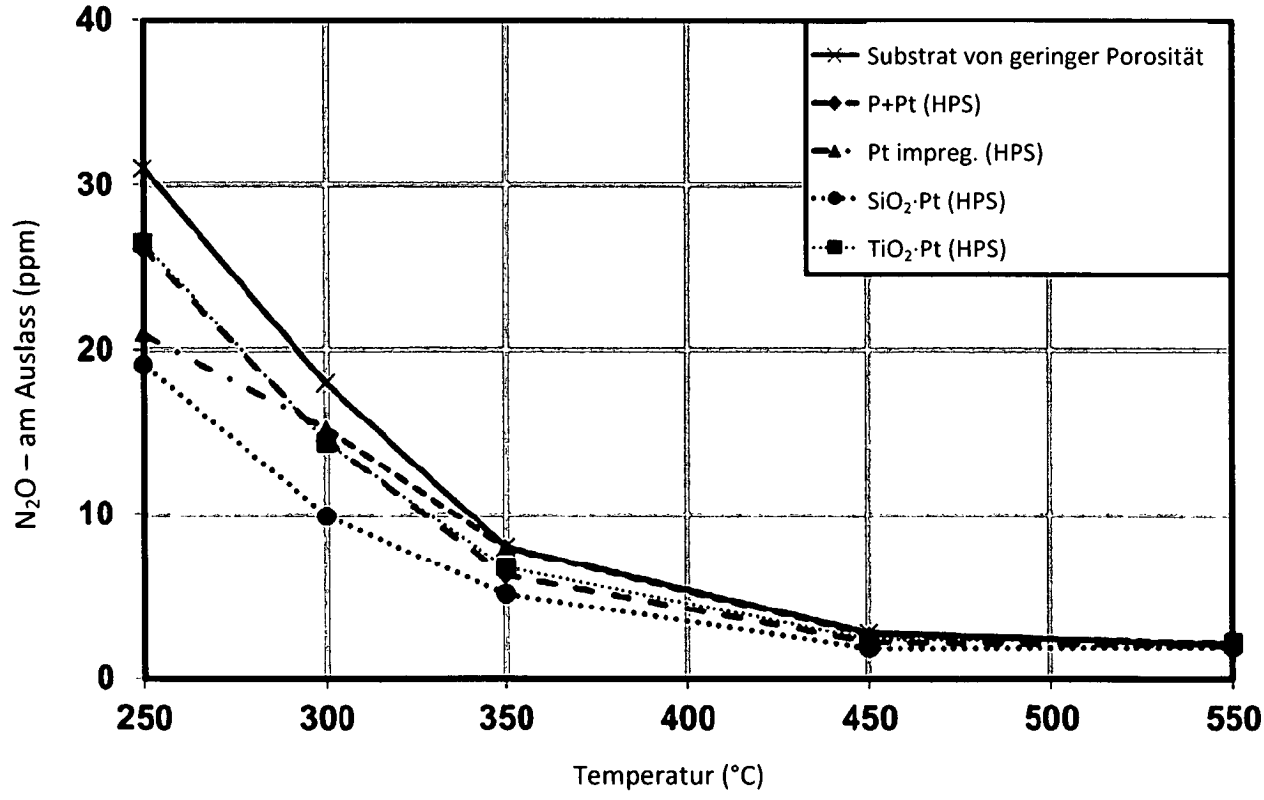


Fig. 6: N_2O–Konzentration (ppm) am Auslass aus dem System bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1}

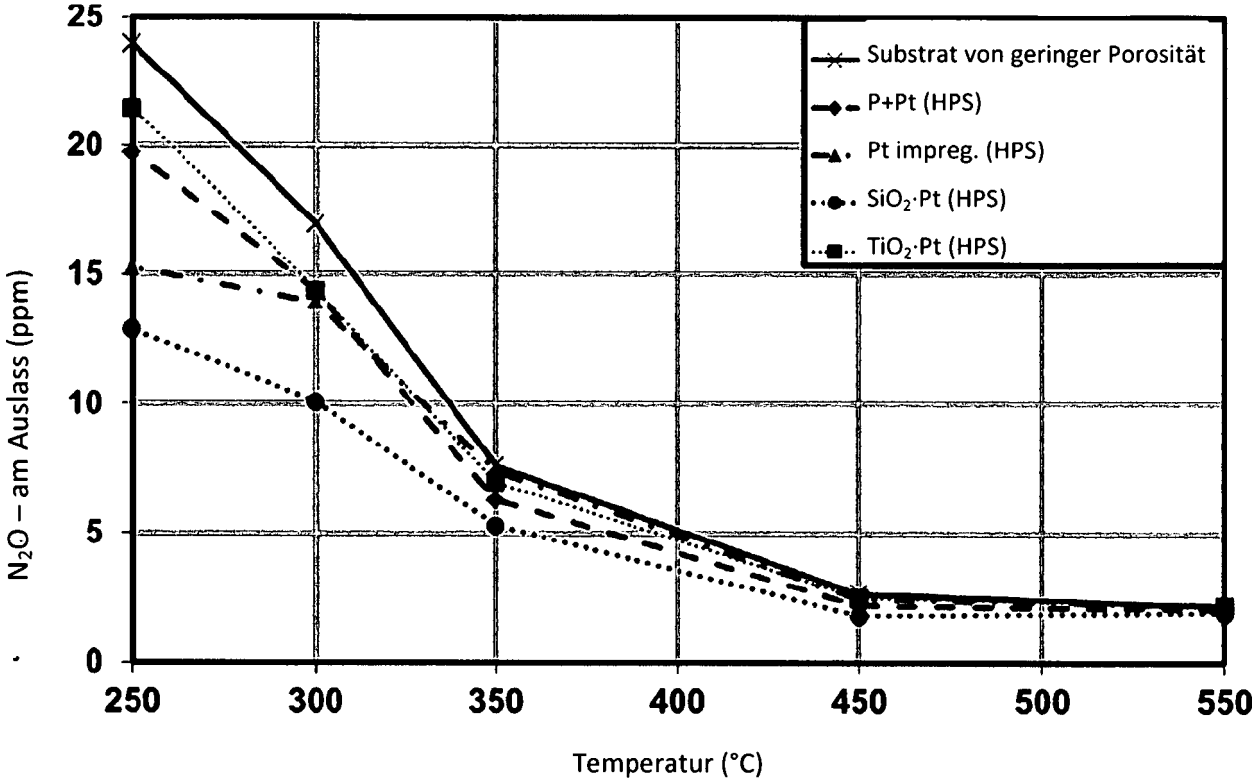


Fig. 7: NO_x–Konzentration (ppm) am Auslass aus dem System bei einer Raumgeschwindigkeit von 60.000 h^{-1}

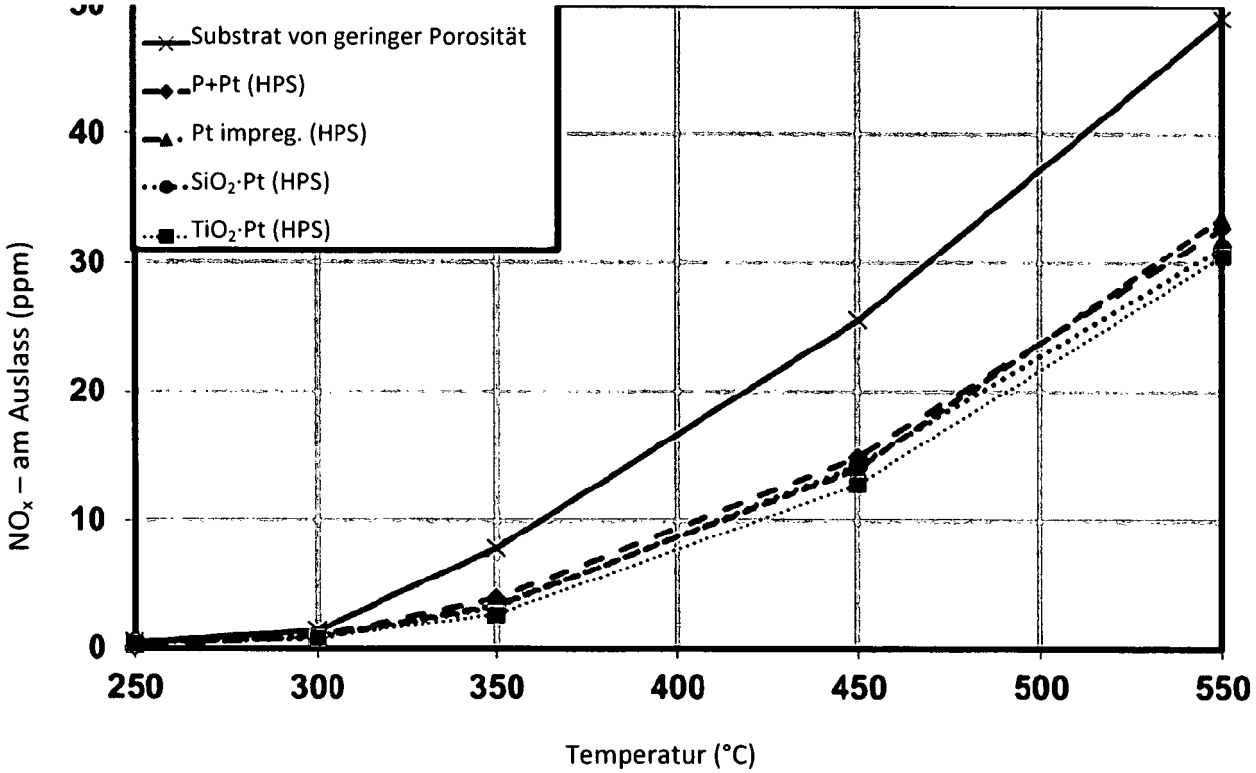


Fig. 8: NO_x–Konzentration (ppm) am Auslass aus dem System bei einer Raumgeschwindigkeit von 120.000 h^{-1}

